



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ G brauchsmuster
⑯ DE 297 13 448 U 1

⑮ Int. Cl. 8:
B 23 K 20/10
B 23 K 28/00

⑯ Aktenz. ichen: 297 13 448.5
⑯ Anmeldetag: 29. 7. 97
⑯ Eintragungstag: 23. 10. 97
⑯ Bekanntmachung im Patentblatt: 4. 12. 97

DE 297 13 448 U 1

⑯ Inhaber:
Maschinenfabrik Spaichingen GmbH, 78549
Spaichingen, DE

⑯ Vertreter:
Frhr. von Schorlemer, R., Dipl.-Phys., Pat.-Anw.,
34117 Kassel

⑯ Vorrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken

DE 297 13 448 U 1

DE 7364

10.08.97

Patentanwalt
Diplom-Physiker
Reinfried Frhr. v. Schorlemer

Karthäuserstr. 5A
34117 Kassel
Allemagne

Telefon/Telephone (0561) 15335
(0561)780031
Telefax/Telecopier (0561)780032

Maschinenfabrik Spaichingen GmbH, 78549 Spaichingen

Vorrichtung zur Ultraschallbearbeitung von Werkstücken

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

- Vorrichtungen dieser Art dienen insbesondere zur Verbindung von zwei Bauteilen durch Schweißen oder Nieten mittels Ultraschall, können aber auch für andere Zwecke wie z.B. Schneiden od. dgl. eingesetzt werden. Die Bearbeitung erfolgt dabei dadurch, daß eine als Sonotrode bezeichnete Elektrode durch einen elektrische Energie in mechanische Energie umwandelnden Konverter in mechanische Schwingungen versetzt und im Bereich einer vorgewählten Bearbeitungsstelle gegen das Werkstück gedrückt wird, um es dort durch Erwärmung kurzzeitig zu plastifizieren. Derartige Verfahren werden heute in vielfältigem Umfang z.B. in der Automobilindustrie und dort insbesondere zur Herstellung von Stoßfängern, Tür- und Kofferraumverkleidungen, Instrumententafeln, Konsolen od. dgl. aus Polypropylen und anderen thermoplastischen Kunststoffen eingesetzt.
- Bei bekannten Vorrichtungen der eingangs bezeichneten Gattung (DE 42 06 584 C2) wird jedes Schwinggebilde, das aus einem Konverter, einer Sonotrode und ggf. einem zwischengeschalteten Amplitudentransformationsstück zusammengesetzt ist, an einer zugeordneten Vorschubeinheit befestigt, die meistens aus einer steuerbaren, hydraulischen oder pneumatischen Zylinder/Kolben-Anordnung besteht, und mittels dieser in Richtung des zu bearbeitenden Werkstücks vorgeschoben. Die Sonotrode kann dabei je nach Lage und Ausbildung der Bearbeitungsstellen aus einem einstückigen Schwingkörper oder aus einem

Trägerkörper mit wenigstens einem daran befestigten Einschraubzapfen bestehen, wobei der Schwingkörper bzw. der Einschraubzapfen in der Regel mit einer senkrecht zur Richtung der Vorschubbewegung verlaufenden Bearbeitungs- bzw. Schweißfläche od. dgl. versehen ist. Dadurch wird z.B. im Falle einer Verschweißung oder Vernietung sichergestellt, daß die am Werkstück ausgebildeten Schweiß- oder Nietdome, die an einem von zwei zu verbindenden Bauteilen angebracht sind, durch entsprechende Löcher des anderen Bauteils ragen und z.B. ca. 10 mm hoch und 1 bis 2 mm breit sind, genau in ihrer Achsrichtung beaufschlagt werden und daher bei den üblicherweise verwendeten Anpreßkräften von z.B. 200 N während des Weichwerdens nicht seitlich weglauen bzw. krumm werden.

Um sicherzustellen, daß Sonotroden mit großflächigen Bearbeitungsflächen über ihre ganze Ausdehnung hinweg gleichförmig in Schwingungen versetzt werden, sind weiterhin Vorrichtungen der eingangs bezeichneten Gattung bekannt (DE 44 39 470 C1), bei denen die Sonotroden mit wenigstens zwei Konvertern verbunden sind.

Ein bisher noch nicht befriedigend gelöstes Problem bei Anwendung bekannter Vorrichtungen der eingangs bezeichneten Art ergibt sich immer dann, wenn die Werkstücke eine Vielzahl von Bearbeitungsstellen, z.B. in Form von Schweiß- oder Nietpunkten aufweisen, die in unterschiedlichen Höhenniveaus liegen, insbesondere wenn diese eng benachbart sind und Abstände von z.B. weniger als 50 mm aufweisen. Da das gesamte Schwinggebilde stets in engen Grenzen auf eine vorgewählte Resonanzfrequenz von z.B. 35 kHz abgestimmt sein muß, muß die Sonotrode im wesentlichen überall dieselbe, einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge entsprechende Höhe aufweisen. Bei der Anwendung mehrerer Einschraubzapfen pro Sonotrode müssen auch diese im wesentlichen sämtlich dieselbe Länge besitzen. Das schließt die gleichzeitige Bearbeitung von in unterschiedlichen Höhenniveaus liegenden Bearbeitungsstellen mit einer ihnen gemeinsamen Sonotrode praktisch aus, da Einschraubzapfen oder Sonotrodenflächen, die in der Höhe um nur wenige Millimeter voneinander abweichen oder andere Unsymmetrien aufweisen, bereits zur schnellen Zerstörung des betreffenden Konverters führen können. Auch bekannte Optimierungsmethoden (DE 31 43 461 A1) für die Sonotroden helfen hier nur bedingt weiter. Das hat zur Folge, daß bisher für jede Bearbeitungs- bzw. Schweißstelle nicht nur ein speziell an diese angepaßtes Schwinggebilde benötigt wird, sondern

eng beieinanderliegende Bearbeitungsstellen häufig auch in mehreren, aufeinanderfolgenden Takten bearbeitet werden müssen, weil sie mit den verfügbaren Sonotroden nicht gleichzeitig zugänglich sind, insbesondere wenn die Bearbeitungsrichtung parallel zur Achsrichtung der Nietdome od. dgl. verlaufen soll. Das vergrößert die Bearbeitungszeiten und erfordert einen hohen Aufwand für die Lagerhaltung einer Vielzahl von unterschiedlichen Sonotroden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Vorrichtung der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß sie auch zur Bearbeitung von in unterschiedlichen Höhenniveaus liegenden Bearbeitungspunkten geeignet ist, selbst wenn diese vergleichsweise eng voneinander beabstandet sind.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

15 Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung geht von dem Gedanken aus, für bestimmte Bearbeitungszwecke jeweils einen mit einer Mehrzahl von Schwinggebilden bestückten Montagekörper vorzusehen und die Schwinggebilde in einer für das jeweilige Werkstück spezifischen Weise am Montagekörper anzuordnen. Dadurch ist es zwar unter Umständen erforderlich, die Zahl der für die Bearbeitung eines Werkstücks benötigten Schwinggebilde zu vergrößern. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung wird jedoch darin gesehen, daß die Schwinggebilde stark vereinheitlicht werden können, der Montagekörper häufig mit mehreren Schwinggebilden identischer Ausführung bestückt werden kann und dadurch erhebliche Verbesserungen im Hinblick auf Montage, Service, Lagerhaltung und Änderungsvielfalt erzielt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung Mittel zur Einstellung der relativen Lagen der Schwinggebilde am Montagekörper vorgesehen werden, da in diesem Fall eine einfache Anpassung der Vorrichtung an die Lage der verschiedenen Bearbeitungsstellen eines Werkstücks möglich ist.

30

Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit der beiliegenden Zeichnung an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 und 2 in je einer grob schematischen Vorderansicht das Funktionsprinzip der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

5 Fig. 3 bis 5 in je einer schematischen Vorder- bzw. Seitenansicht eine schematische Darstellung von drei Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Fig. 6 bis 8 in je einer Hinteransicht, Seitenansicht und Schnittansicht längs der Linie VIII-VIII der Fig. 6 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit allen zum Verständnis der Erfindung erforderlichen Einzelheiten.

10

Fig. 1 zeigt in einer grob schematischen Darstellung den allgemeinen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Danach enthält ein Werkstück 1 an seiner Oberfläche eine Mehrzahl von Bearbeitungsstellen 2, 3 und 4 in Form von Schweiß- bzw. Nietdomen od. dgl., die in unterschiedlichen Höhenniveaus enden. Bisher wäre es für ein derartiges 15 Werkstück erforderlich, entweder eine gemeinsame Sonotrode mit unterschiedlich langen, den Höhenversatz der Bearbeitungsstellen 2 bis 4 ausgleichenden Einschraubzapfen oder drei verschiedene, einzeln abgestimmte Schwinggebilde und mit diesen gekoppelte Vorschubeinheiten vorzusehen. Das eine ist aus schwingungstechnischen Gründen, das andere aus Platzgründen, insbesondere bei eng nebeneinanderliegenden Bearbeitungsstellen 20 2 bis 4, häufig unmöglich.

Demgegenüber sieht die Erfindung vor, drei Schwinggebilde 5, 6 und 7 zu verwenden und diese an einem einzigen gemeinsamen Montagekörper 8 zu befestigen, der seinerseits mit einer einzigen gemeinsamen, nicht näher dargestellten Vorschubeinheit 9 gekoppelt ist.

25 Jedes Schwinggebilde 5 bis 7 besteht in an sich bekannter Weise aus je einem in der Regel als piezoelektrischer Schwingungserzeuger ausgebildeten Konverter 5a, 6a bzw. 7a und einer mit diesem verbundenen Sonotrode 5b, 6b bzw. 7b, deren Unterseiten den Bearbeitungsstellen 2 bis 4 zugeordnete Bearbeitungsflächen 5c, 6c bzw. 7c aufweisen. Zwischen die Konverter 5a bis 7a und die Sonotroden 5b bis 7b könnte jeweils noch ein 30 Amplitudentransformationsstück geschaltet sein.

Die Schwinggebilde 5 bis 7 sind erfindungsgemäß in einer von der Lage der hier dominanten Bearbeitungsstellen 2 bis 4 abhängigen Anordnung am Montagekörper 8 befestigt.

- Das bedeutet, daß sie mit einem dem Höhenversatz der Oberflächen der Bearbeitungsstellen 2 bis 4 entsprechenden Höhenversatz am Montagekörper 8 angeordnet sind und seitlich dazu dieselben Abstände wie diese voneinander aufweisen. Wird der Montagekörper 8 daher beim Betrieb mittels der Vorschubeinheit 9 in Richtung eines Doppelpfeils \uparrow
- 5 parallel zu den Achsen der Bearbeitungsstellen bzw. Dome 2 bis 4 in Richtung des Werkstücks 1 bewegt, dann treffen alle Bearbeitungsflächen 5c bis 7c im wesentlichen gleichzeitig und senkrecht von oben auf eine zugeordnete Bearbeitungsstelle 2 bis 4 auf, wodurch ein gleichförmiges Bearbeitungsergebnis erzielt und ein seitliches Wegdrücken der Bearbeitungsstellen 2 bis 4 verhindert wird.
- 10 Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Schwinggebilde 5 bis 7 relativ zueinander einstellbar am Montagekörper 8 befestigt. Dies gilt insbesondere für die zur Richtung \uparrow der Vorschubbewegung parallele Richtung, wie durch weitere Doppelpfeile \underline{u} angedeutet ist. Dadurch können die einzelnen Schwinggebilde 5 bis 7
- 15 individuell in Höhenrichtung eingestellt werden, um zwischen den einzelnen Bearbeitungsflächen 5c bis 7c denselben Höhenversatz wie bei den Bearbeitungsstellen 2 bis 4 einzustellen. Soll dieselbe Vorrichtung zu einem anderen Zeitpunkt zur Bearbeitung eines Werkstücks benutzt werden, bei dem die Bearbeitungsstellen 2 bis 4 in anderen Höhenniveaus enden, als Fig. 1 entspricht, brauchen die Schwinggebilde 5 bis 7 nur entsprechend
- 20 in Richtung der Pfeile \underline{u} verstellt werden. Im übrigen sind die Schwinggebilde 5 bis 7 zweckmäßig nicht nur in Richtung der Pfeile \underline{u} , sondern auch in anderen Richtungen, insbesondere quer dazu, verstellbar am Montagekörper 8 befestigt, damit z.B. auch ihr relativer seitlicher Abstand verändert werden kann.
- 25 Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 sind alle Konverter 5a bis 7a mit ihren Achsen parallel zur Richtung (Pfeil \uparrow) der Vorschubbewegung angeordnet. Dagegen zeigt Fig. 2 eine Variante, bei welcher an einem Montagekörper 10, der mittels einer Vorschubeinheit 11 in Richtung eines Doppelpfeils \underline{y} verschoben werden kann, ein Schwinggebilde 12 montiert ist, das einen Konverter 12a mit einer schräg zur Vorschubrichtung verlaufenden
- 30 Achse und eine entsprechend schräg angeordnete Sonotrode 12b aufweist. Um auch bei dieser Variante zu erreichen, daß eine an einem Werkstück 14 ausgebildete Bearbeitungsstelle 15 parallel zu ihrer durch einen Dom od. dgl. definierten Achse beaufschlagt wird, ist eine Bearbeitungsfläche 12c der Sonotrode 12b senkrecht zur Vorschubrichtung

(Pfeil v) angeordnet.

Zur Montage des Schwinggebildes 12 am Montagekörper 10 weist dieser vorzugsweise
Mittel auf, die eine individuelle Anpassung der Höhen- und ggf. Seitenlage des Schwing-
gebildes 12 ermöglichen. Hierzu ist das Schwinggebilde 12 z.B. senkrecht zur Achse des
5 Konverters 12a, d.h. in Richtung eines Doppelpfeils w verschiebbar am Montagekörper 10
gelagert. Im übrigen bringt die Variante nach Fig. 2 u.a. den Vorteil mit sich, daß die
Bearbeitungsfläche 12c der Sonotrode 12b oder eines an ihr befestigten Einschraubzapfens
10 in eine sonst schwer zugängliche Formhöhlung 16 des Werkstücks 14 ragen kann, die von
einem Werkstückteil 17 überdeckt ist, das bei der aus Fig. 1 ersichtlichen Anordnung der
Schwinggebilde eine Bearbeitung der Bearbeitungsstelle 15 unmöglich machen würde.

Die Ausführungsform nach Fig. 3 zeigt eine Vorschubeinheit 19, an der analog zu Fig. 1
ein Montagekörper 20 befestigt ist, der drei Schwinggebilde 21, 22 und 23 trägt, die mit
15 vergleichsweise großen seitlichen Abständen angeordnet sind. Während die Schwinggebilde
21,23 im wesentlichen identisch ausgebildet und in gleicher Höhe am Montagekörper
20 befestigt sind, ist das Schwinggebilde 22 an einer höher liegenden Stelle des Montage-
körpers 20 montiert. Gleichzeitig ist mit seinem Konverter 22a eine um einen Abschnitt
22d verlängerte Sonotrode 22b verbunden, so daß seine Bearbeitungsfläche 22c tiefer als
20 die Bearbeitungsflächen 21c,23c der beiden anderen Schwinggebilde 21,23 liegt. Außer-
dem ist mit gestrichelten Linien angedeutet, daß die Befestigung der Schwinggebilde 21,23
z.B. dadurch erfolgen kann, daß der Montagekörper 20 mit Langlöchern 24,25 versehen
wird, die parallel oder quer zur Vorschubbewegung (Doppelpfeil x) verlaufende Längs-
achsen aufweisen und von in die Schwinggebilde 21,23 gedrehten Befestigungsschrauben
25 durchragt werden. Dagegen sind für die Befestigung des Schwinggebildes 22 hier
kreisrunde Schraublöcher 26 vorgesehen, die z.B. wesentlich größere Durchmesser
aufweisen, als den Durchmessern von sie durchragenden Befestigungsschrauben entspricht,
so daß das Schwinggebilde 22 in an sich beliebig vielen Richtungen individuell eingestellt
werden kann. Etwa erforderliche Unterlegscheiben od. dgl. zur Abstützung von Schrau-
benköpfen, auf diese aufgedrehte Muttern od. dgl. sind nicht näher dargestellt.
30

Fig. 4 zeigt eine im wesentlichen der Fig. 3 entsprechende Ausführungsform, bei der
gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Ein Unterschied besteht nur

darin, daß die Schwinggebilde 21,23 auf der Vorderseite eines Montagekörpers 20 angeordnet sind, während das Schwinggebilde 22 an dessen Rückseite montiert ist. Dadurch ist es möglich, die Schwinggebilde 21 bis 23 bei Bedarf mit wesentlich kleineren seitlichen Abständen anzurufen, als dies bei der Ausführungsform nach Fig. 3 möglich
5 wäre.

- Die Ausführungsform nach Fig. 5 zeigt in einer Seitenansicht eine Vorschubeinheit 29, die einen Montagekörper 30 trägt, an dem einerseits ein Schwinggebilde 31 in der aus Fig. 3 ersichtlichen Weise einstellbar montiert ist. An einer in Fig. 5 hinter dem Schwinggebilde
10 31 liegenden Stelle ist eine Adapterplatte 32 am Montagekörper 30 befestigt, die eine schräg zur Richtung der Vorschubbewegung (Doppelpfeil y) angeordnete Montagefläche 33 aufweist. An dieser ist ein Schwinggebilde 34 verschiebbar und feststellbar montiert, das analog zu Fig. 2 einen Konverter 34a mit einer schräg zur Vorschubbewegung verlaufenden Achse aufweist und parallel (Doppelpfeil z) und quer zu dieser längs der
15 Montagefläche 33 verschoben bzw. eingestellt werden kann. Im Ausführungsbeispiel sind die Schwinggebilde 31,34 so eingestellt, daß ihre Sonotroden 31b,34b mit in demselben Höhenniveau liegenden Bearbeitungsflächen 31c,34c versehen sind. Im übrigen versteht sich, daß auch die Adapterplatte 32 verstellbar am Montagekörper 30 befestigt sein kann.

20 Fig. 6 bis 8 zeigen schließlich eine mit einfachen Mitteln praktisch realisierbare Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Eine Vorschubeinheit 40 enthält hier einen Pneumatikzylinder 41, in dem ein Kolben 42 hin- und herbewegbar ist, an dem eine Kolbenstange 43 befestigt ist. An einem aus dem Pneumatikzylinder 41 herausragenden Ende der Kolbenstange 43 ist ein Führungsteil 44 eines Montagekörpers 45 befestigt. Das
25 Führungsteil 44 weist an seiner Rückseite zwei parallele, zylindrische Durchgänge auf, die mittels Lagern 46 koaxial auf zwei parallelen, zylindrischen Führungsstäben 47 sitzen und in Richtung eines Doppelpfeils gleitend auf diesen geführt sind. Die Führungsstäbe 47 sind an der Unterseite des Pneumatikzylinders 42 befestigt, der seinerseits mittels Gewindebolzen 48 an einem stationären Teil eines Maschinengestells od. dgl. befestigt werden kann.

30 Am Führungsteil 44 ist mittels Schrauben 49 eine Montageplatte 50 befestigt, an der mittels Befestigungsschrauben 51 zwei Konverterhalter 52,53 befestigt sind. Wie insbesondere Fig. 6 zeigt, ist die Montageplatte 50 dort, wo der Konverterhalter 52 befestigt

wird, mit Langlöchern 54 versehen, deren Längsachsen quer zur Vorschubrichtung des Montagekörpers 45 verlaufen. Dagegen sind zur Befestigung des Konverterhalters 53 Langlöcher 55 mit parallel zur Vorschubbewegung des Montagekörpers 45 verlaufenden Längsachsen vorgesehen. Dadurch können die beiden Konverterhalter 52,53 auf der 5 Montageplatte 50 relativ zueinander sowohl in Höhen- als auch in Seitenrichtung eingestellt werden, um den gewünschten, anhand der Fig. 1 bis 5 erläuterten Höhen- und Seitenversatz der in Fig. 6 bis 8 nicht dargestellten Sonotroden bzw. deren Bearbeitungsflächen einzustellen. Die in den Konverterhaltern 52,53 vorgesehenen, zur Aufnahme der Befestigungsschrauben 51 bestimmten Gewindebohrungen sind in Fig. 6 mit den Bezugszeichen 10 56 angedeutet.

Die Konverterhalter 52,53 dienen zur Befestigung von zugehörigen Schwinggebilden am Montagekörper 45. In Fig. 6 bis 8 ist von diesen jeweils nur schematisch ein Konverter 57,58 angedeutet, der in einer Aufnahmeöffnung des zugeordneten Konverterhalters 52,53 15 sitzt und in dieser mit einem ringförmigen, mit Schrauben 59,60 am Konverterhalter 52,53 befestigten Halteteil 61,62 festgelegt ist. Am unteren Ende weist jeder Konverter 57,58 ein aus dem Befestigungsteil 61,62 herausragendes Anschlußelement 63,64 für eine Sonotrode auf.

- 20 Beim Betrieb der Vorrichtung nach Fig. 6 bis 8 wird den Konvertern 57,58 über schematisch angedeutete Leitungen 65 Strom zugeführt, während der Pneumatikzylinder 41 über Druckluft-Leitungen 66,67 angesteuert wird, um die erforderliche Auf- und Abbewegung des Montagekörpers 45 zu bewirken.
- 25 Die Erfindung bringt zahlreiche Vorteile mit sich. Wegen der Ausrichtbarkeit der Konverter in wenigstens zwei Richtungen können erforderliche Anpassungen an eine Werkstückkontur meistens vor Ort erfolgen, wobei auf eine Erneuerung oder Änderung der Sonotrode in der Regel verzichtet werden kann. Da die Konverter auf einer gemeinsamen Vorschubeinheit sitzen, ist auch bei begrenzten Platzverhältnissen nahezu jede 30 Bearbeitungsaufgabe lösbar. Durch Anwendung zusätzlicher Adapterplatten, die beispielsweise keilförmig ausgebildet und auch bei der Ausführungsform nach Fig. 6 bis 8 zusätzlich an der Montageplatte 50 angebracht werden können, sind auch schräg außerhalb der eigentlichen Vorschubrichtung angeordnete Bearbeitungsstellen zugänglich, so daß

weder mehrere, in unterschiedliche Richtungen wirksame Vorschubeinheiten noch nacheinander erfolgende Bearbeitungstakte vorgesehen werden brauchen. Die Zahl der an jeder Montageplatte 50 befestigbaren Sonotroden hängt im wesentlichen vom Einzelfall ab, wobei die beiliegenden Zeichnungen klarstellen, daß für viele Bearbeitungsaufgaben

- 5 jeweils identische Konverter und in der Regel auch weitgehend identische Sonotroden verwendet werden können, was den Wartungs-, Lager- und Serviceaufwand stark reduziert. Da schließlich ohne speziell geformte Sonotroden eine individuelle Anpassung an unterschiedlich hoch liegende Bearbeitungsstellen möglich ist, besitzen die Sonotroden und Konverter eine wesentlich größere Lebensdauer gegenüber Fällen, in denen die Sonotroden mit unterschiedlich hohen Bearbeitungsflächen versehen werden.

- Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf vielfache Weise abgewandelt werden können. Insbesondere stellen die beschriebenen Einstellmittel für die Sonotroden an den Montagekörpern nur Beispiele dar, die auch in anderer Weise realisiert werden können. Ferner ist es möglich, die Montagekörper mit mehr als den in der Zeichnung dargestellten zwei bzw. drei Sonotroden zu versehen. Vielmehr kann jeder Montagekörper entsprechend den Bedürfnissen des Einzelfalls spezifisch mit gleich oder unterschiedlich ausgebildeten Schwinggebilden entsprechend der Bearbeitungskontur des jeweiligen Werkstücks bestückt werden. Dabei ist klar, daß die beschriebene Vorrichtung in der Regel nur ein Teil einer Gesamteinrichtung ist, in der zur Lösung eines speziellen Schweiß- oder Nietproblems od. dgl. eine Vielzahl von Vorrichtungen der beschriebenen Art und ggf. von zusätzlichen, dem Stand der Technik entsprechenden Vorrichtungen vereinigt sein kann. Schließlich versteht sich, daß die erfindungsgemäßen Merkmale auch in anderen als den dargestellten und beschriebenen Kombinationen verwendet werden können.

12-08-97

- 10 -

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Ultraschallbearbeitung eines wenigstens zwei Bearbeitungsstellen (2-4,15) aufweisenden Werkstücks (1,14) mit wenigstens zwei Schwinggebilden (5-7,12,21-23,34), die je einer der Bearbeitungsstellen (2-4,15) zugeordnet sind und wenigstens je einen Konverter (5a-7a,12a,21a-23a,34a) und eine mit diesem verbundene
5 Sonotrode (5b-7b,12b,21b-23b,34b) aufweisen, und mit einer Vorschubeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwinggebilde (5-7,12,21-23,34) in einer von der Lage der Bearbeitungsstellen (2-4,15) am Werkstück (1,14) abhängigen Anordnung an einem gemeinsamen Montagekörper (8,10,20,30,45) befestigt sind und die Vorschubeinrichtung aus einer für die Schwinggebilde (5-7,12,21-23,34) gemeinsamen, mit dem Montagekörper
10 (8,10,20,30,45) gekoppelten Vorschubeinheit (9,11,19,29,40) besteht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel zur Einstellung der relativen Lagen der Schwinggebilde (5-7,12,21-23,34) am Montagekörper (8,10,20,30,45) aufweist.
15
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel Schraublöcher (24-26,54,55) und Befestigungsschrauben (51) enthalten, wobei die Schraublöcher (24-26,54,55) in wenigstens einer Dimension größere Innenquerschnitte aufweisen, als den Durchmessern der Befestigungsschrauben (51) entspricht.
20
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraublöcher (24,25,54,55) als Langlöcher ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß den Schwinggebilden
25 (21,23) Langlöcher (24,25) mit in unterschiedliche Richtungen erstreckten Längsachsen zugeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Montagekörper (45) ein verschiebbar an der Vorschubeinheit (40) geführtes Führungsteil (44) und eine mit diesem fest verbundene, zur Befestigung der Schwinggebilde bestimmte Montageplatte (50) enthält.

5

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsteil (44) auf Führungsstäben (47) gleitend geführt ist, die mit einem zur stationären Montage bestimmten Teil der Vorschubeinheit (40) verbunden sind.

10 8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Konverter (56,57) in Konverterhaltern (52,53) montiert sind, die Montageplatte (50) mit den Schraublöchern (54,55) versehen ist und die Konverterhalter (52,53) Gewindebohrungen (56) zur Aufnahme der die Schraublöcher (54,55) durchragenden Befestigungsschrauben (51) aufweisen.

15

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwinggebilde (5-7,21-23,31) so am Montagekörper (8,20) montiert sind, daß die Achsen ihrer Konverter (5a-7a,21a-23a,31a) parallel zur Richtung einer von der Vorschubeinheit (9,19,29) erzeugbaren Vorschubbewegung liegen.

20

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Schwinggebilde (12,34) so am Montagekörper (10,30) montiert ist, daß die Achse seines Konverters (12a,34a) schräg zur Richtung von der durch die Vorschubeinheit (11,29) erzeugbaren Vorschubbewegung liegt.

25

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonotrode (12b,34b), die mit dem die schräge Achse aufweisenden Konverter (12a,34a) verbunden ist, eine senkrecht zur Richtung der Vorschubbewegung angeordnete Bearbeitungsfläche (34c) aufweist.

30

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwinggebilde (34) mit dem die schräge Achse aufweisenden Konverter (34a) mittels einer Adapterplatte (32) am Montagekörper (30) befestigt ist, die eine schräg zur Richtung der Vorschubbewegung angeordnete Montagefläche (33) aufweist.

12-08-97

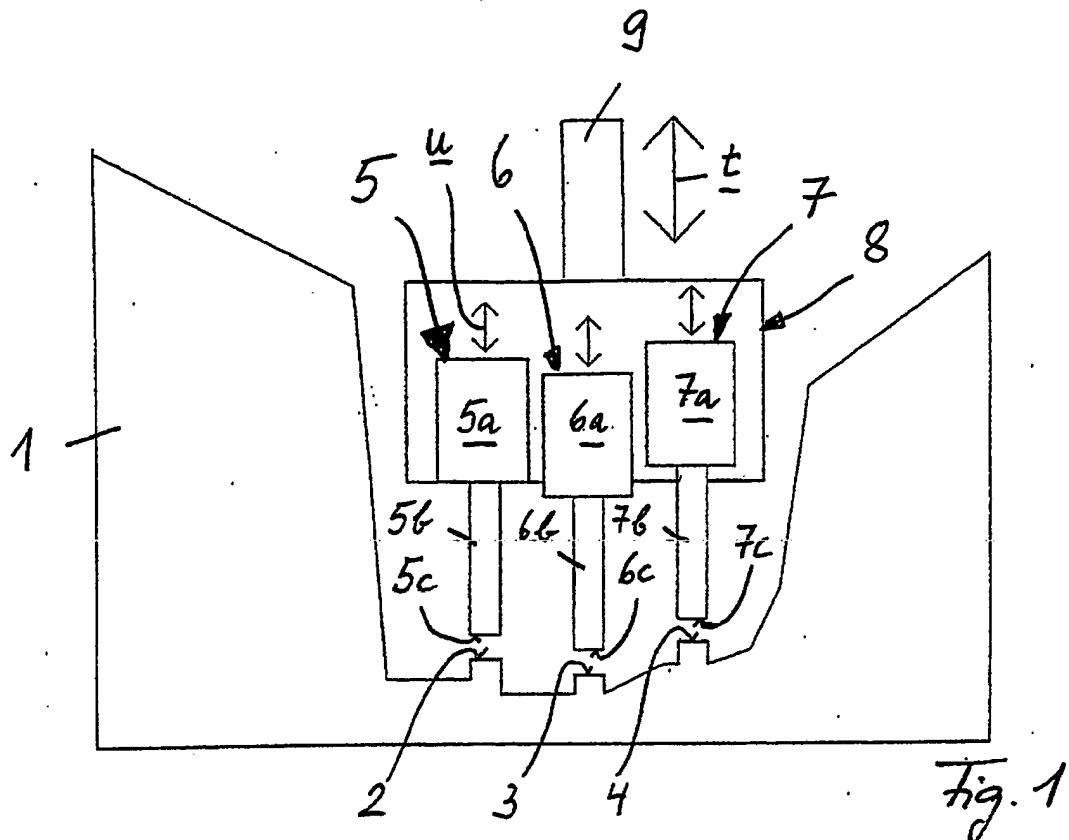


Fig. 1

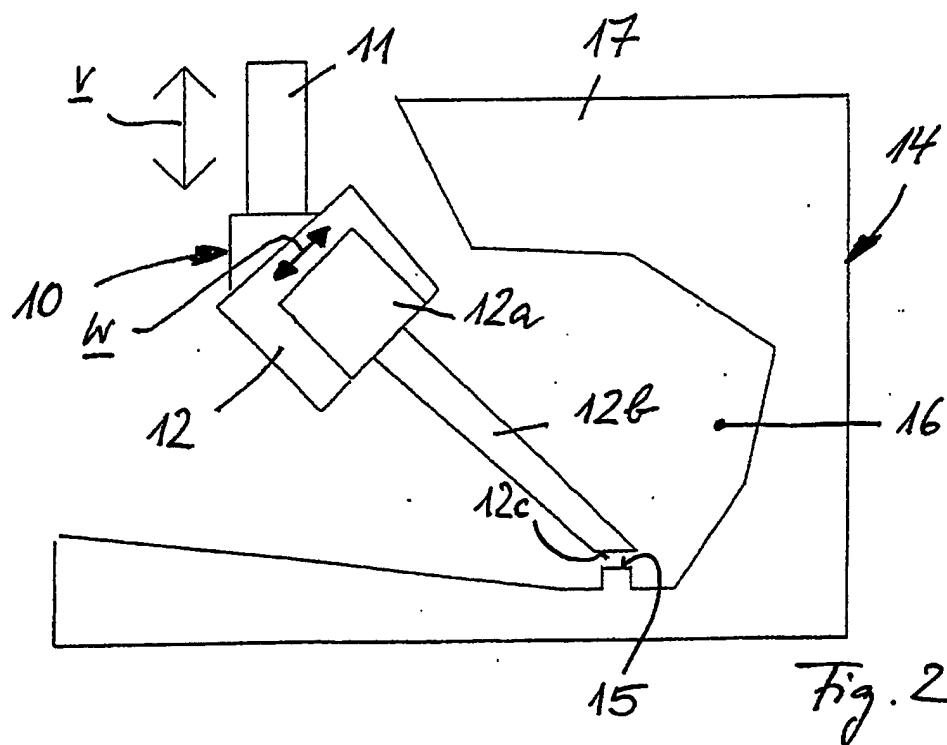


Fig. 2

12-08-97

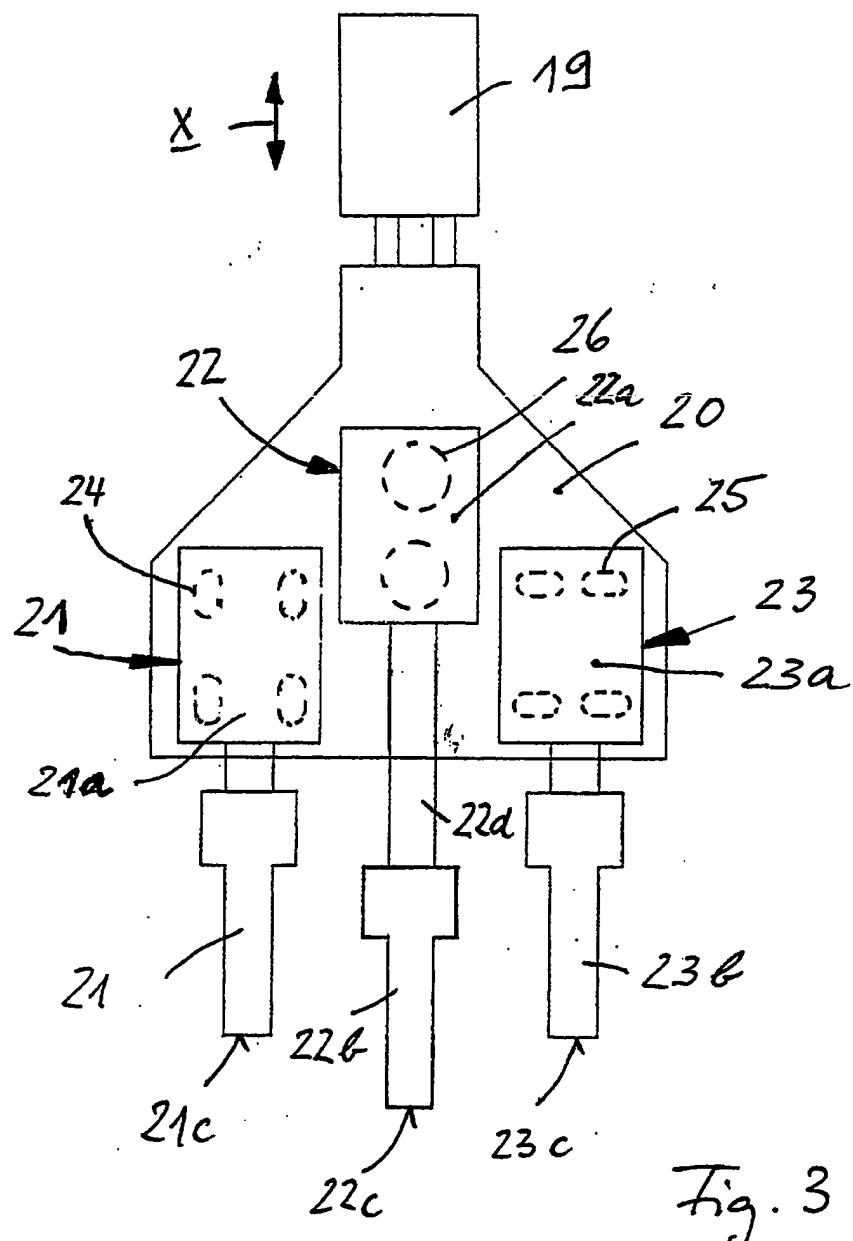


Fig. 3

12-08-97

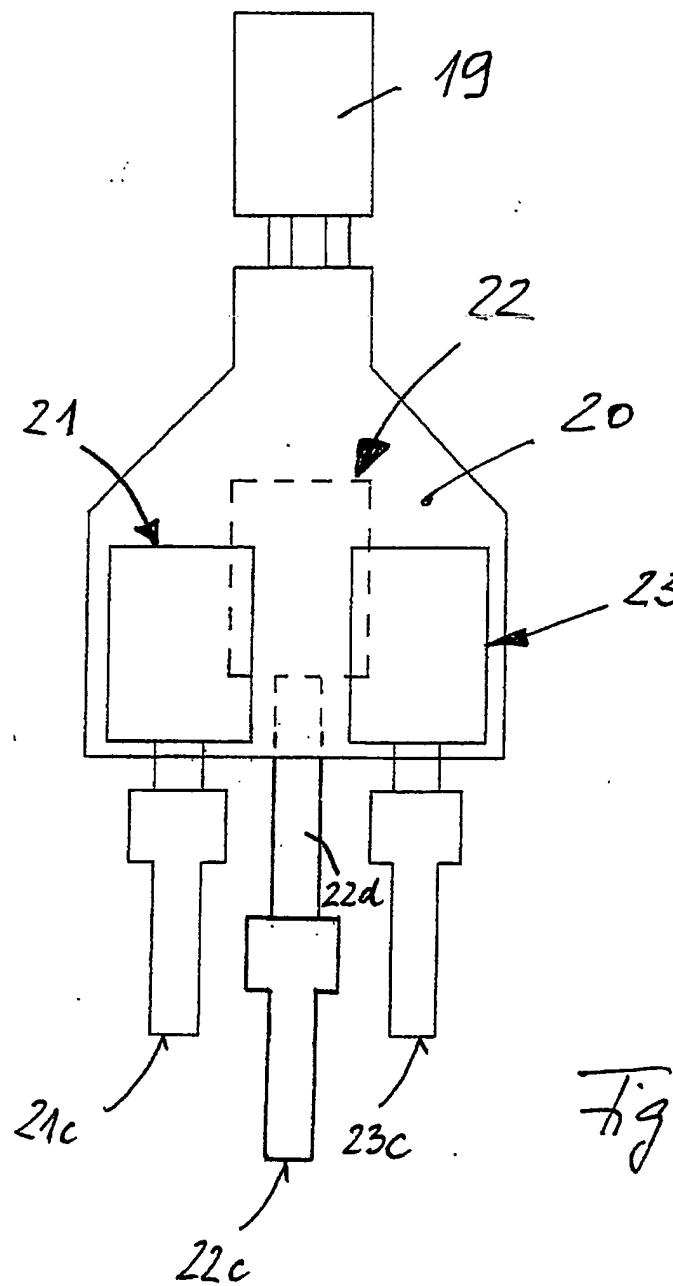


Fig. 4

12-08-97

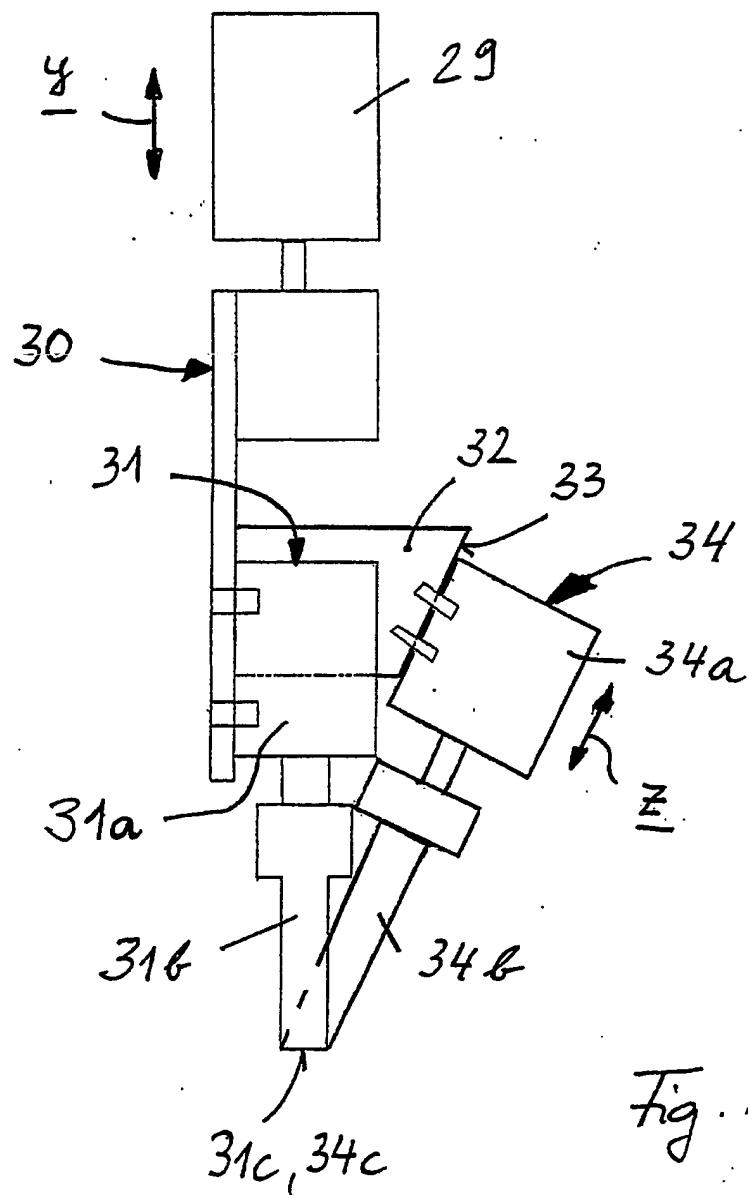


Fig. 5

12-08-97

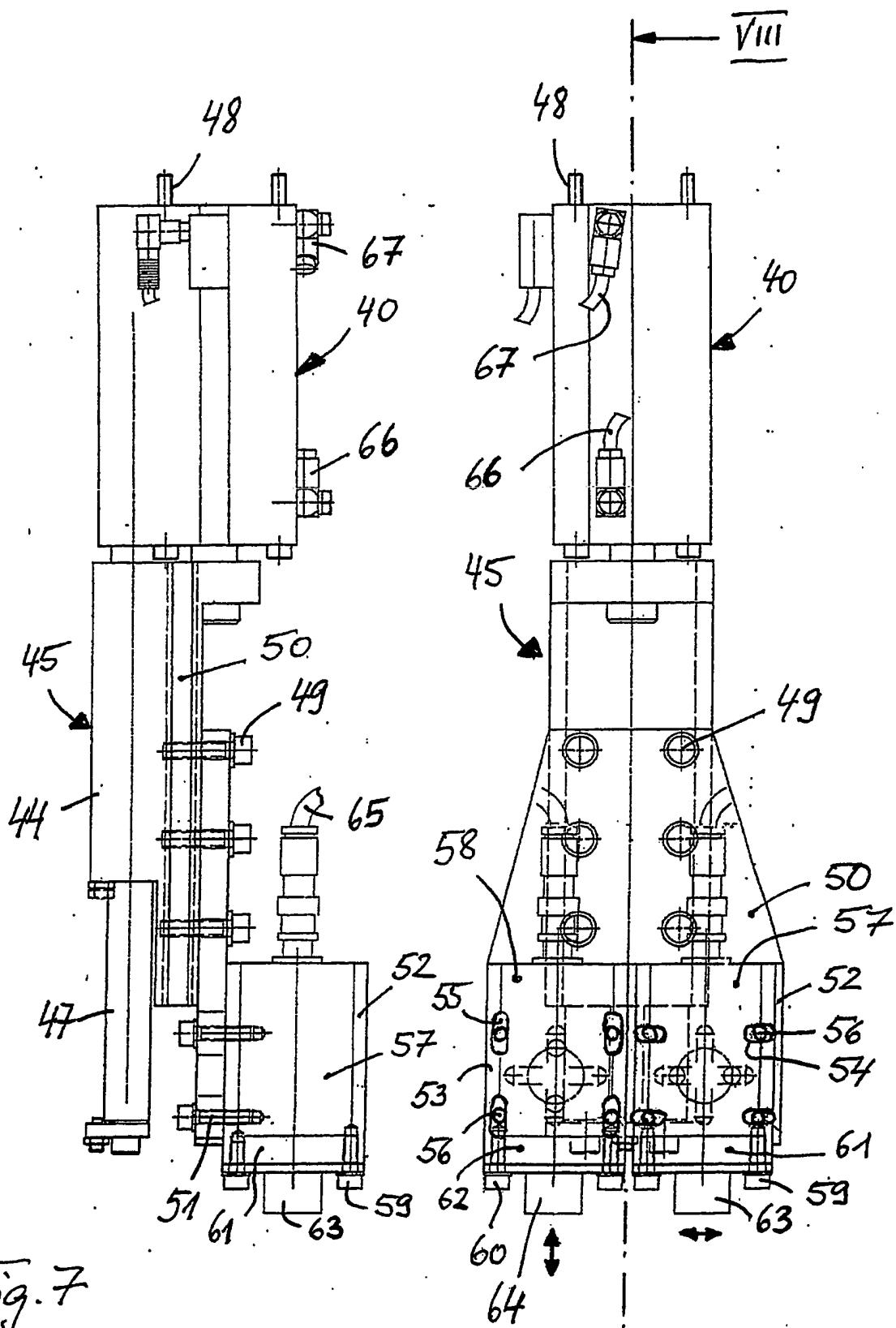


Fig. 7

Fig. 6 VIII

12-08-97

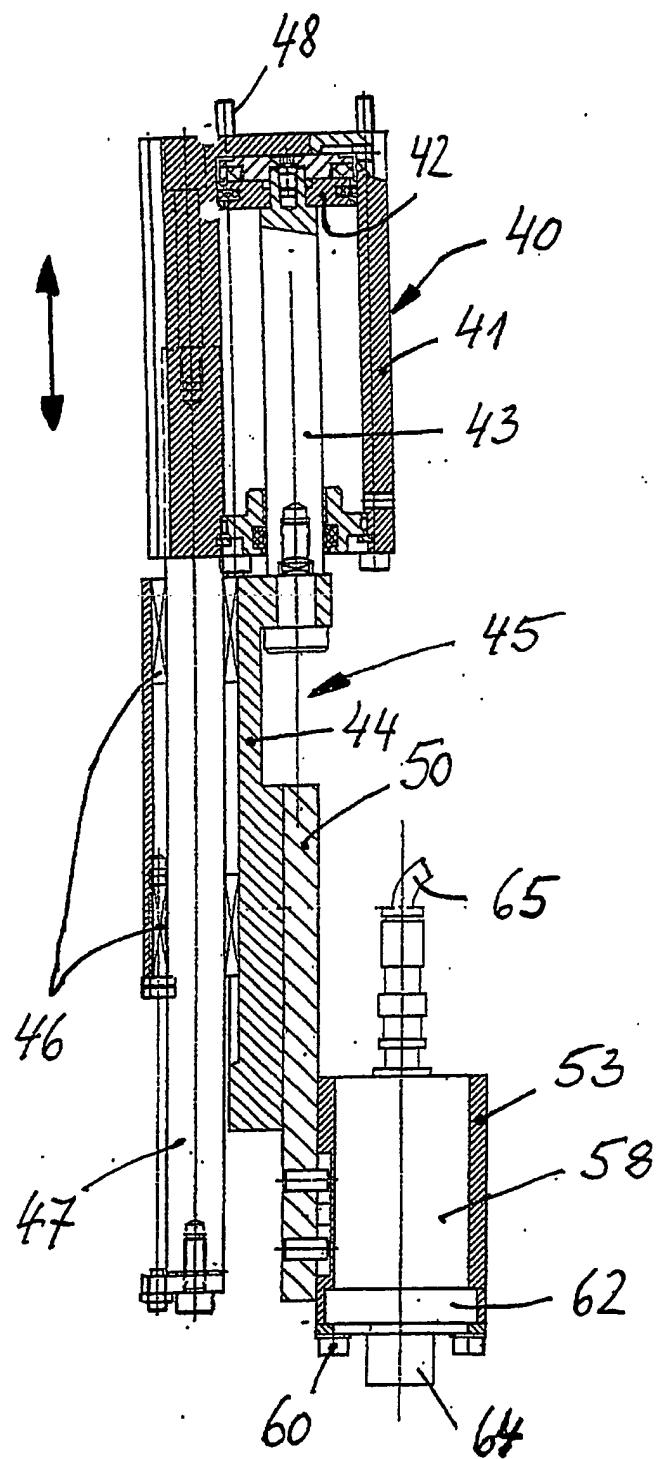


Fig. 8